

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-196820

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>H 01 L 21/205  
21/22  
21/31

識別記号

庁内整理番号

7739-5F  
K-7738-5F  
6708-5F

④公開 昭和62年(1987)8月31日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑤4発明の名称 半導体装置製造装置およびその洗浄方法

②1特 願 昭61-38321

②2出 願 昭61(1986)2月25日

⑦2発 明 者 大 谷 弘 吉 宝塚市伊子志3丁目14-28-519

⑦1出 願 人 株式会社フレンドテック研究所  
川崎市多摩区長尾6丁目20番3号

⑦4代 理 人 弁理士 谷 義 一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体装置製造装置およびその洗浄方法

## 2. 特許請求の範囲

1) ガスの供給口および排出口を具えた反応管と、

前記反応管を囲んで設けられた該反応管を加熱するための加熱炉と、

該加熱炉内のヒータと前記反応管との間に配設されたプラズマ発生用の複数の電極とを具備したことを特徴とする半導体装置製造装置。

2) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の外壁をほぼ取り囲むように対向した2個の半円筒状の網状金属体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

3) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の外壁をほぼ取り囲むように対向した2個の半円筒状の板状金属体からなることを特徴とする

特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

4) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の長さ方向に沿ってかつ周方向に相互に間隔をおいて配設された複数の線状または帯状の金属体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

5) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の周方向に沿ってかつ長さ方向に相互に間隔をおいて配設された複数の線状または帯状の金属体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

6) ガスの供給口および排出口を具えた反応管と、前記反応管を囲んで設けられた該反応管を加熱するための加熱炉と、該加熱炉内のヒータと前記反応管との間に配設されたプラズマ発生用の複数の電極とを具備した半導体装置製造装置の前記ガス供給口から前記反応管内にエッチングガスを供給し、前記複数の電極に高周波電圧を印加して前記反応管内に前記エッチングガスのプラズマを

発生させて、前記反応管の内壁に堆積した反応生成物を除去することを特徴とする半導体装置製造装置の洗浄方法。

7) 前記反応管を加熱しながら前記プラズマを発生させることを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の半導体装置製造装置の洗浄方法。

(以下、余白)

は、反応管を装置から取外して、手作業で酸洗いすることが一般的に行われていた。例えば、通常のCVDプロセスでは、同一の反応管を使用して10回ないし15回の処理を繰返して行い、反応管の内壁に反応生成物が15～20 $\mu\text{m}$ 堆積すると、反応管をCVD装置から取外し、フッ酸と硝酸の混液などで、反応管内部を洗浄し、堆積物をエッチング除去していた。これは手作業で行われ、作業に手間がかかり、極めて面倒であった。

最近、洗浄時に反応管を取外すことなく、反応管内に電極を挿入するとともにエッチングガスを導入し、電極に高周波電圧を加えて管内にエッチングガスのプラズマを発生させ、このプラズマのエッチング作用によって堆積物を除去する装置が開発された(例えば日経マイクロデバイス、1985年9月号、124～125ページ参照)。しかしこの装置によっても、反応管の洗浄の際、必ず反応管内の基板支持具などの治具類を取下さねばならず、また管内の長さ方向に長形の電極を的確に挿入する作業が必要であり、やはり操作に手間がか

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は半導体装置の製造装置およびその洗浄方法に関するものである。

#### [従来の技術]

LSIなどの半導体装置の製造工程中、半導体基板や製造過程における半導体装置の酸化、拡散あるいはCVD(気相成長)等の処理工程においては、加熱された反応管内に所定の反応ガスが導入される。反応管としては一般に石英、アルミナあるいはバイレックス等の材料からなるものが用いられているが、これらの処理工程中に、加熱された反応管と反応ガスとの反応、異なる種類の反応ガス間の反応などによって反応管の内壁に多結晶SiやSiO<sub>2</sub>等が次第に付着する。この付着物の堆積量が増加すると、付着物は反応管の内壁から剝離して半導体基板あるいは製造過程の半導体装置に付着してその表面を汚染し、必要な処理を防げることになる。

従来、このような堆積物を取除く方法として

かり、面倒であるという難点があった。

#### [発明が解決しようとする問題点]

本発明は上述した従来の欠点を除去し、洗浄時に反応管を取外す必要なく、また反応管内の治具類を必ずしも取出す必要なく、随時簡便に反応管の洗浄を行うことのできる手段を具えた半導体装置の製造装置および反応管の洗浄方法を提供することを目的とする。

#### [問題点を解決するための手段]

このような目的を達成するために、本発明の半導体装置製造装置はガスの供給口および排出口を具えた反応管と、反応管を囲んで設けられた反応管を加熱するための加熱炉と、加熱炉内のヒータと反応管との間に配設されたプラズマ発生用の複数の電極とを具備したことを特徴とする。

また本発明の洗浄方法は、ガス供給口から反応管内にエッチングガスを供給し、複数の電極に高周波電圧を印加して反応管内にエッチングガスのプラズマを発生させて、反応管の内壁に堆積した反応生成物を除去することを特徴とする。

## [作用]

本発明においては、反応管の洗浄に当り、反応管内に所定のエッチングガスを供給するとともにプラズマ発生用電極に高周波電圧を印加して、反応管内にプラズマを発生させ、このプラズマの作用により、反応管の内壁に堆積した反応生成物を除去するので反応管内が良好に洗浄される。

プラズマ発生用電極は装置に常設されているので、洗浄作業を随時容易に行うことができる。

## [実施例]

以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。第1図に本発明を縦形炉に適用した実施例を示す。同図の1は外筒、2はこの外筒1の内側に配設された内筒、3はこの内筒2の内壁に固着された断熱材であり、これらで筒状の炉体を構成している。4はこの炉体の内壁に配設された抵抗体からなるヒータである。以上の構成要素により加熱炉Fが構成されている。5はこの加熱炉Fの内側にヒータ4に距離を隔てて配設された石英からなる反応管で、この反応管5の上端側はガ

スを電極を設けない場合とほとんど変化なく行うことができる。電極9a, 9bは自立させてもよく、電気炉Fに適宜の手段で支持させてもよい。

上述の構成になる半導体装置の製造装置は、反応管5内に半導体基板または製造過程の半導体装置などを収容し、ガス導入口6から所定の反応ガスを管内に供給するとともにヒータ4により加熱して半導体基板などに必要な処理を加えるのであるが、この処理過程で前述のように反応管5の内壁に反応生成物が付着堆積して行く。

本装置では、この堆積物を除去し反応管5の洗浄を行うには、反応管5内を減圧して上記の反応ガスに代え所定のエッチングガスgを供給するとともに、高周波発生器10により両電極9a, 9bに高周波電圧を印加して、反応管5内に高周波電界を生じさせる。これにより反応管5の内側にエッチングガスのプラズマを発生させ、このプラズマのエッチング作用により反応管5の内壁に堆積した反応生成物を除去し、反応管5内を洗浄する。

エッチングガスgとしては、堆積物の組成に

ス導入口6を残して閉鎖され、下端側は開放されている。7は反応管5内に挿入される図示しない半導体基板載置用ポートを保持して、反応管5の下部開放端を塞ぐフランジである。8はこのフランジ7に設けられて反応管5内に連通するガス排出口である。

9aおよび9bはそれぞれ反応管5の外壁に対向させて、反応管5とヒータ4との間に配設されたプラズマ発生用電極である。これらの電極9a, 9bは、それぞれが網状または板状の耐熱性金属材料によりほぼ半円筒状に形成されて、反応管5を間にして相対向している。10は電極9a, 9bに高周波電圧を供給するように接続された高周波発生器である。

ヒータ4と反応管5の間に挿入されている電極9a, 9bはヒータ4の昇温によって加熱されて輻射熱を放出するので、反応管5の加熱を妨げることはない。特に電極9a, 9bが網状材で形成されている場合は、ヒータ4の熱輻射、空気の熱伝導の双方が妨げられずに行われるので、反応管5の加熱

に応じて $\text{NF}_3$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{CF}_4$ その他を用いることができる。直径約150mmの反応管の内壁に付着した $\text{SiO}_2$ を $\text{NF}_3$ ガスを使用して除去した例について説明する。反応管内を0.5～0.7Torr程度に減圧し、ガス導入口6から $\text{NF}_3$ ガスを流入させた。対向する電極9a, 9bに13.56MHz、400Wの高周波電力を印加して反応管内に $\text{NF}_3$ のプラズマを発生させた。プラズマ中のF原子、Fイオンは $\text{SiO}_2$ のSiと反応して $\text{SiF}_4$ を生成する。 $\text{SiF}_4$ は揮発性なのでガス化しガス排出口8から排出される。プラズマによるエッチングを、反応管を加熱しないで行った時のエッチング速度は800～1000Å/min程度であった。反応管を300～400℃に加熱してエッチングを行うと、エッチング速度は8,000～10,000Å/minに達し、反応管壁に約20μmの厚さで堆積した付着物は約20分後に取除かれ、反応管の洗浄が終了した。

反応ガスに $\text{SF}_6$ を用いた場合のエッチング速度は $\text{NF}_3$ を用いた時の約70%であった。 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、トリクロルエチレン、 $\text{CCl}_4$ など炭素原

子を含むガスを用いる場合は  $O_2$  を添加して新たに重合物が形成されるのを避けるとよい。反応管内の圧力は  $10^{-3} \sim 10$  Torr 程度の範囲で自由に選ぶことができ、電極 9a, 9b に印加する高周波電力の周波数は 30kHz  $\sim$  40kHz の範囲で自由に選ぶことができる。

本装置ではプラズマ発生用電極 9a, 9b が反応管の周囲に固設されているので、反応管洗浄の都度、反応管を装置から取り外したり、電極材を反応管内に挿入するような面倒な操作を必要とすることなく、随時容易に反応管の洗浄を行うことができる。また特別の場合を除き半導体基板支持具などの治具類を反応管内に置いたままで、反応管と同時に洗浄することができる。

プラズマを発生させるための電極は、第1図、第2図に示したものの以外の形状も可能である。第3図および第4図に電極の他の形状の例を示す。第3図および第4図は第1図と同様の縦形炉の部分側面図であるが、電極形状を見やすくするために電気炉 F を取りはずした状態を示してある。第

RF電力を効率よく印加することができる。

本発明の他の実施例を第5図に示す。この実施例は主として反応管部分の構成が第1図に示した実施例とは異なっている。第5図において第1図の装置と同一部分には同符号を付してその説明を省略する。先ず、第5図において、5は上端側が閉鎖され、下端側が開放された反応管、11はフランジ7に設けられた供給口、12はこのガス供給口に連通して反応管5内に立設され、開口先端部から反応管5内にガスを流下させるガス供給管である。13は外筒1の外側面に取付けられた高周波整合器で、この高周波整合器は高周波発生器10と電極9a, 9bとの間に接続されて、両電極に適切な高周波電圧を与えるための整合作用をするものである。

本実施例においても、反応管5内を減圧して、ガス供給口11より前述のようなエッチングガスgを供給するとともに、電極9a, 9bに高周波電圧を印加することにより反応管5内にプラズマを発生させ、このプラズマの作用により、反応管5のみ

3図の例においては、電極は反応管5の長さ方向に沿わせて周方向に相互に間隔をおいて配設された一群の線状または帯状の金属体 9c1, 9c2, ..., 9cn と、同じく一群の線状または帯状の金属体 9d1, 9d2, ..., 9dn からなっている。各群内の金属体はそれぞれ高周波発生器の同一の出力端子に接続され、プラズマ発生用の電極を形成している。各電極は自立させてもよく、炉体に支持させてもよい。第4図の例においては、電極は反応管5の周方向に沿わせて相互に間隔をおいて配設された一群の線状または帯状の金属体 9e1, 9e2, ..., 9en と、同じく一群の線状または帯状の金属体 9f1, 9f2, ..., 9fn からなっている。各群内の金属体はそれぞれ高周波発生器の同一の出力端子と接続され、プラズマ発生用の電極を形成している。各電極を支持する支柱を設けて電極を支持してもよく、各電極を炉体に支持させてもよい。このように各電極をさらに分割することにより、特に第4図に示すような電極構成とすることによって、電極と電気炉のヒータとの間の浮遊容量を減じ、

ならず、ガス供給管12に付着した反応生成物も除去されて洗浄される。

第6図に本発明のさらに他の実施例を示す。第6図において、第1図と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。この実施例は反応管5が二重管構成になるもので、5Aは外部反応管、5Bは外部反応管よりも小径で外部反応管内に同心状に挿設された内部反応管であり、5Baは内部反応管の上部側に設けられた複数のガス排出孔である。内部反応管5Bは下端側で、フランジ7に設けられたガス供給路を介してガス供給口11に連通している。14は両反応管5A, 5Bの管壁間に形成されて、ガス排出孔5Baからの排出ガスを流下させるガス通路である。このガス通路は下端側でガス排出口8に連通している。

本実施例においても、反応管5B, 5A内を減圧して、ガス供給口11よりエッチングガスgを供給するとともに、電極9a, 9bに高周波電圧を印加することにより反応管5B, 5A内にプラズマが発生し、プラズマの作用により反応管5B, 5Aが洗浄され

る。即ち、本発明はかかる二重の反応管の洗浄にも有効である。

第5図および第6図に示した実施例において、プラズマ発生用の電極の構成を第3図または第4図に示したようにすることは当然である。

なお、前述の各実施例では本発明を縦形炉に適用したものであるが、本発明は横形炉にも同様に用いることができる。

#### [発明の効果]

以上説明したように、本発明に係る半導体装置の製造装置は、反応管の外壁に対向させてプラズマ発生用電極を設けてあり、反応管の洗浄に当って、反応管内にエッチングガスを供給するとともに、プラズマ発生用電極に高周波電圧を加えて高周波電界により反応管内部にプラズマを発生させ、プラズマの作用により反応管内を洗浄するようにしたので、従来のように洗浄を行うたびに反応管を装置から取り外したり、あるいは反応管内に長形の電極を的確に挿入するような面倒な作業

を必要とすることなく、反応管の洗浄を随時に極めて容易に行うことができる。

#### 4.図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかる半導体装置の製造装置の一実施例の概要を示す縦断面図、

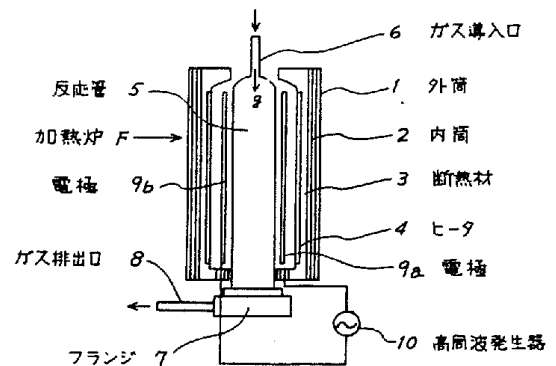
第2図は第1図に示した装置の横断面図、

第3図および第4図は、それぞれ電極の形状を示すための側面図、

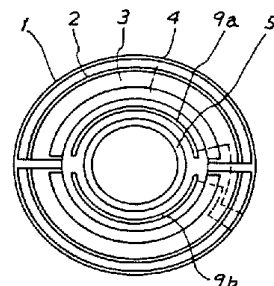
第5図および第6図は、それぞれ本発明にかかる装置の他の実施例の概要を示す縦断面図である。

- 1…外筒、
- 2…内筒、
- 3…断熱材、
- 4…ヒータ、
- 5…反応管、
- 5A…外部反応管、
- 5B…内部反応管、
- 9a, 9b, 9cn, 9dn, 9en, 9fn …プラズマ発生用電極、

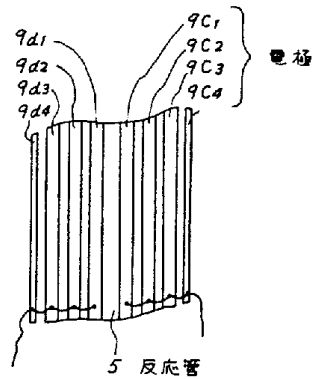
- 10…高周波発生器、
- 13…高周波整合器、
- F…加熱炉、
- 8…エッチングガス。



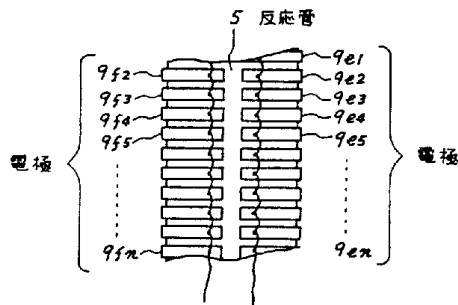
第1図



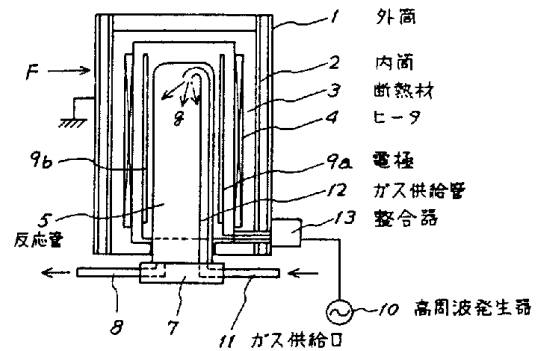
第2図



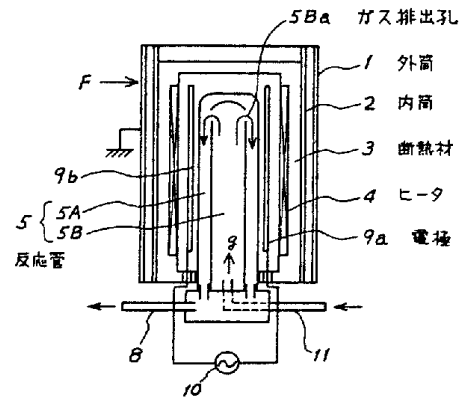
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

## 手続補正書(自発)

昭和61年10月13日

特許庁長官 黒田明雄 殿  
(特許庁審査官 殿)

1. 事件の表示  
昭和61年 特許願 第038321号
2. 発明(考案)の名称 <sup>フリガナ</sup>半導体装置製造装置および  
~~装置に係る物品~~ <sup>その洗浄方法</sup>  
指定商品および商品の区分  
第 類

3. 補正をする者  
事件との関係 特許 出願人

住所 郵便番号 □□□-□□  
宮城県伊達市 丁目14-28-519  
<sup>フリガナ</sup>大谷弘吉 (法人にあっては名称および  
氏 代表者の姓を記す) 大谷弘吉

4. 補正命令の日付 昭和 年 月 日

5. 補正の対象 特許請求範囲の補正

6. 補正の内容 別紙の通り

## 2. 特許請求の範囲

- 1) ガスの供給口および排出口を具えた反応管と、

前記反応管を囲んで設けられた該反応管を加熱するための加熱炉と、

該加熱炉内のヒータと前記反応管との間に配設されたプラズマ発生用の複数の電極とを

具備したことを特徴とする半導体装置製造装置。

- 2) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の外壁をほぼ取り囲むように対向した2個の半円筒状の網状導電体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

- 3) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の外壁をほぼ取り囲むように対向した2個の半円筒状の板状導電体からなることを特徴とする

特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

4) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の長さ方向に沿ってかつ周方向に相互に間隔をおいて配設された複数の線状または帯状の導電体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

5) 前記プラズマ発生用の複数の電極は、前記反応管の周方向に沿ってかつ長さ方向に相互に間隔をおいて配設された複数の線状または帯状の導電体からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体装置製造装置。

6) ガスの供給口および排出口を具えた反応管と、前記反応管を囲んで設けられた該反応管を加熱するための加熱炉と、該加熱炉内のヒータと前記反応管との間に配設されたプラズマ発生用の複数の電極とを具備した半導体装置製造装置の前記ガス供給口から前記反応管内にエッチングガスを供給し、前記複数の電極に高周波電圧を印加して前記反応管内に前記エッチングガスのプラズマを

発生させて、前記反応管の内壁に堆積した反応生成物を除去することを特徴とする半導体装置製造装置の洗浄方法。

7) 前記反応管を加熱しながら前記プラズマを発生させることを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の半導体装置製造装置の洗浄方法。

( 以 下 、 余 白 )